Título de la Exposición	Distribución de tareas de los Operadores de la Central Yacyretá durante la recuperación del NEA ante un colapso.
Código de Exposición	
Tema:	Distribución de Tareas
Palabra clave:	Recuperación
Autor:	Mendizábal Rafael
E-mail:	rmendizabal@eby.org.ar
Empresa	Entidad Binacional Yacyretá

Objetivo

Optimizar la operación en la emergencia

Regresar a la operación de rutina en el menor lapso de tiempo.

Introducción

Ante la ocurrencia de un colapso, la operación de la central hidroeléctrica, deja de ser de rutina para convertirse en extraordinaria.

La recuperación del nea, requiere de maniobras poco frecuentes, como son la energización de barra muerta, energización de líneas y la toma de carga por escalones.

En nuestro caso en particular, se deben realizar estas maniobras para la normalización de dos sub. sistemas independientes entre si, que una vez recuperados y mediante el paralelo de barras en la central, conformaran el nea.

Dada la complejidad y cantidad de maniobras poco usuales, fue necesario establecer roles para cada uno de los integrantes de la guardia, con el fin de realizar una operación segura y eficaz, para alcanzar los objetivos previamente mencionados.

Estado inicial

Se establece un estado inicial posterior al colapso y en base a el, se organizan las tareas de recuperación del NEA.
El estado inicial que suponemos, es el siguiente:
Se observa 0 kV en barras de la central.
Las unidades que estaban en servicio fueron a parada parcial.

Los servicios auxiliares quedaron configurados normalmente.
Las líneas de transmisión que parten de la central están con el doble interruptor abierto.

Para lograr la recuperación del nea, se establecieron, siete objetivos parciales y correlativos. Para cada uno de ellos se da, un listado de las tareas a realizar y el rol que cada uno de los integrantes de la guardia deberá cumplir.
Las tareas que implican realizar operaciones poco frecuentes se encuentran descriptas paso a paso.

Objetivos parciales

1º- Energización de ambas barras muertas

2º- Energización de la1 y la2 (predeterminadas)

3º- Toma de carga de ambos sub. sistemas en que estará dividido el nea

4º- Con los sub. sistemas normalizados solicitaran el paralelo de barras (se forma el nea)

5º- Con el nea normalizado solicitaran energizar la3

6º- Cuando el nea este interconectado con el SADI se energizara el autotrafo nº 2

7º- Se realiza la interconexión con ande

Cuando se logre cumplimentar los siete objetivos parciales, puede que aun no haya terminado la emergencia en el SADI.

Pero la operación de la central Yacyretá será de rutina dado que las maniobras que pudieran quedar pendientes de realizar, corresponderían a, aumentos de la generación, entrada en servicio de generadores, correcciones de los niveles de tensión, todas ellas, maniobras de realización frecuente.

Confirmado el colapso

El COC deja de ser el interlocutor valido, cediéndole ese rol al cot.

El Operador de SCC, confirmara con el COT que se produjo un colapso total o parcial del SADI.

Con la confirmación del colapso se da inicio a las maniobras de recuperación.

Energización de barra muerta

Tareas que realiza el operador principal de SCC.

Con la confirmación de que a ocurrido un colapso.

Participa y colabora activamente con el operador de scc en las maniobras necesarias para alcanzar los objetivos parciales preestablecidos.

Importante

La iniciacion de la maniobra de barra muerta no necesita la autorizacion del cot,(debe estar si o si la confirmacion de colapso en el SADI) se la realizara con total seguridad y en el menor lapso de tiempo posible.

Recordar que se debe informar al cot inmediatamente después de finalizada la maniobra de energización de barra muerta, que la Central Yacyretá esta en condiciones de energizar las líneas.

Tareas que realiza el Operador de SCC

1° - Confirma con el cot que estamos ante la presencia de un colapso total ó parcial del SADI.
2° - Comunica al despacho de ande, que estamos ante un colapso total o parcial del SADI.
3° - Comunica la novedad al Ing. de Guardia.
4° - Procede a Resetear las paradas parciales de todas las unidades que estaban en servicio, desde el ye-14.
5°- Verifica que todas las líneas de salida de la central estén con los doble interruptores abiertos (Q15 y Q25, de LA1, LA2, LA3 y de los auto trafos de LP1 y LP2) si no están abiertos se los debe abrir en forma manual.
6°- Ordena al Operador de MOI N° 1, que tome el mando en forma local de sendas unidades (ver nota nº 1) y realice la maniobra de barra muerta para ambas barras (en tiempo real se determina cual de ellas se energizara primero)
7°- Ordena al Operador de MOI N° 1, que la tensión del lado de alta requerida para esta maniobra es de 500 kV.
8°- Ordena al Operador de MOI N° 1, que inmediatamente después del cierre del interruptor de unidad debe conmutar el modo de operación del regulador de velocidad, de modo control de potencia a modo red aislada.*
9°- Ordena al los Operadores de MOI, que deben modificar el nivel de disparo de los relés de sobre velocidad, (55 Hz.) de las unidades que entraran en servicio.
10º- Finalizada la maniobra de barra muerta comunica al COT que la Central Yacyretá esta en condiciones de energizar las líneas.

**Para que pueda absorber los escalones de carga que se le transferirán – regula frecuencia.*

Nota nº 1:
La barra nº 1 se energizara preferentemente con la unidad nº 3 en su defecto se lo realizara con la unidad nº 9, nº 10, nº 11, nº 14. nº 15 ò nº 19 y siguiendo este orden de prioridades. Estas unidades ya están asociadas a la barra nº 1 por lo que no hace falta realizar cambio de barras, con lo que se eliminan maniobras simplificando la operación en emergencia.

La barra nº 2 se energizara preferentemente con la unidad nº 1 ò nº 5, en su defecto se lo realizara con la unidad nº 6, nº 7, nº 13, nº 17 ò nº 20 y siguiendo este orden de prioridades. Estas unidades ya están asociadas a la barra nº 2 por lo que no hace falta realizar cambio de barras, con lo que se eliminan maniobras simplificando la operación en emergencia.

Las unidades que suministran servicios auxiliares, no se utilizaran para energizar barras y se las dejara como ultima opción para alimentar el nea.
Para optimizar la provisión de SSEE a la central estas unidades, de ser factible, entraran en servicio cuando el NEA ya este interconectado con el SADI.

Tareas que realiza el Operador de MOI N° 1 ante un colapso total o parcial del SADI

Verifica que las unidades a su cargo estén disponibles y en control a distancia y queda a ordenes de la SCC.

De no mediar imponderables las unidades que estaban en servicio quedarían girando y excitadas.

Cuando recibe la orden de realizar la maniobra de barra muerta, procede de la siguiente manera:

1°- Verifica que la unidad seleccionada se encuentre asociada a la barra que se desea energizar (ver nota nº 1).
2°- Toma el control de la unidad, conmutando la llave correspondiente, a control local.
3°- Conmuta a la posición barra muerta, la llave que a esos efectos se encuentra ubicada en el interior del tablero A5.
4°- Conmuta a la posición manual, la llave de sincronización ubicada en el frente del panel A5.
5°- Ajusta la tensión de generación, de forma tal que del lado de alta se obtengan 500 kV.
6°- En el tablero A5 oprime el pulsador de marcha acoplada (es el próximo estado que se desea alcanzar).
7°- En el tablero A5, coloca el predispositor del interruptor Q5 en la posición cerrado y oprime el mismo para lograr el cierre del interruptor, produciéndose de esta forma, la energización de la barra muerta.
8°- Inmediatamente después de producido el cierre del interruptor Q5 se debe proceder a cambiar el modo de operación del regulador de velocidad, del modo control de potencia, al modo red aislada.

Con esta última maniobra termina el proceso de energización de barra muerta

Estado alcanzado

Barras energizadas en forma independiente una de otra.

Tensión en c/u de las barras, aprox. 500 kV.

Reguladores de velocidad en modo red aislada.

Central Yacyretá, en condiciones de energizar las líneas.

Coordina el COT.

Energización de líneas LA1 y LA2

Cuando lo requiera el COT se energizara, "Línea Nº 1 con barra Nº 1" y "Línea Nº 2 con barra Nº 2".

Barra
Cada uno de esto dos grupos - línea, energizara un sub. sistema independiente por lo que se debe prestar especial atención al ingresar nuevos grupos generadores en paralelo para que lo realicen en la barra correspondiente.

Con el grupo, barra – línea nº 1 se energizara el sistema de EMSA (sistema de la provincia de misiones)

Con el grupo barra- línea nº 2, se energizara el sub. sistema del NEA hasta la E. T. Romang inclusive.

Tareas que realiza el operador de SCC

Cuando recibe la orden de energizar línea la2 ó la1

1°- Opera sobre la excitación de la unidad acoplada a la barra N° 1 ò 2 con el fin de reducir la tensión de forma tal que del lado de alta, se obtengan aproximadamente 450 kV de salida.

2°- Desde la pantalla correspondiente procede a dar la orden de cierre al interruptor A2LA2Q25 si se desea energizar LA2 ó el interruptor A1LA1Q15 si la línea a energizar es la LA1.

Energizada la línea LA1 ò LA2 el COT solicitará regular la tensión en barras en la Central de forma tal que en los extremos de línea se obtengan las tensiones admisibles por los equipos de maniobra.

Estado alcanzado

El NEA esta dividido en dos.

LA1 energizada con barra Nº 1.

LA2 energizada con barra Nº 2.

Se regula tensión en forma independiente para cada sub. sistema.

Reguladores de velocidad en modo red aislada.

Generadores sin carga.

Coordina el COT.

Toma de carga

Cuando se comienza a energizar un sistema en radial, la frecuencia es muy inestable debido a que la carga que se transfiere, no es gradual, es por escalones (en nuestro caso esta previsto que los escalones de carga estén en el orden de los 20 MW).

Por lo tanto, se modificaran los niveles de disparos de los relés de sobre frecuencia, de las unidades y de las líneas, para que a pesar de las grandes variaciones de la frecuencia sea posible energizar el NEA.

En el tablero A33 se procederá a cortar los precintos de los relés F81G (I) y F81G (II) (relés de sobre frecuencia) y se modificara el seteo de los mismos llevando la clavija correspondiente a la posición de los 55 hz. Esto se debe realizar en cada una de las unidades que entren en servicio para la recuperación de ambos sub. sistemas.

En el tablero de protección de líneas (sr2) se debe modificar el relé de sobre frecuencia de la1 y la2 ajustándolos a 55 Hz.

Tareas que realiza el operador de SCC

Solicitará a los Operadores que corresponda, la modificación de los ajustes de los relés de

sobre frecuencia tanto de las unidades que entran en servicio como de las líneas, llevándolos a 55 hz.

Según lo previsto los dos primeros escalones de carga estarán en el orden de los 20 MW c/u.

Previo a la toma del primer escalón de carga se debe aumentar la frecuencia de generación hasta alcanzar los 52 Hz (Coordinarlo con el COT).

Antes de autorizar al cot a transferir un nuevo escalón de carga, hay que esperar a que la frecuencia se haya establecido nuevamente en ese valor.

Para los escalones subsiguientes seguir el mismo procedimiento.

Cuando la generación de la unidad en paralelo, alcance aproximadamente 90 MW, se debe solicitar al cot, autorización para poner en paralelo otra unidad. Esta unidad quedara con el regulador de velocidad en el modo control de potencia, y tomara una carga aproximadamente igual a la mitad de la demanda del subsistema, dando margen a la unidad que regula frecuencia, para que admita el nuevo escalón de carga a transferir.

Cada nueva unidad que entre en servicio debe hacerlo con los ajustes de los relés de sobre frecuencia modificados (55 Hz).

Inmediatamente después que la unidad que regula frecuencia tome un nuevo escalón de carga, el Operador de SCC transferirá de la unidad que regula frecuencia a la unidad que esta en modo potencia, la carga necesaria para dejar nuevamente a la unidad reguladora de frecuencia con margen de generación suficiente para absorber el próximo escalón de carga que deberá tomar esta central.

La transferencia de carga consiste en dar consignas de potencia a la unidad que esta en control de potencia, con lo cual, automáticamente la unidad que esta en red aislada cederá esa generación.

Cuando la segunda unidad alcance los 100 MW se solicitara al cot autorización para poner otra unidad en paralelo, (tercera unidad en esa barra) procediendo de forma similar a lo expresado para la toma de carga de la unidad anterior, de forma tal que la unidad que regula frecuencia siempre cuente con el suficiente margen de potencia rotante para realizarlo.

Como mínimo se mantendrá una unidad en red aislada (regulación de frecuencia) hasta tanto el cot confirme que se ha realizado el paralelo con el resto del SADI ó con parte de él.

Recordar que las unidades que entran en paralelo para la normalización de los sub. sistemas y hasta tanto estos estén normalizados deberán estar con los disparos por sobre frecuencia modificados. (55 Hz.)

Estado alcanzado

Dos sub. sistemas totalmente independientes el uno del otro.

Barras independientes.

LA1 y LA2 energizadas por simple barra.

Dos regulaciones de frecuencia.
Relés de protección por sobre frecuencia ajustados a 55 hz.

Coordina el COT.

Paralelo de barras

Tareas que realiza el operador de SCC

Cuando el cot solicite realizar el paralelo de barras.

1º- Igualará las tensiones de ambos sub. sistemas.

2º- Dará la orden al Operadores de MOI 2, que debe normalizar los disparos de los relés de sobre frecuencia de las líneas y de las unidades a su cargo, que fueron modificados, ajustándolos de acuerdo a la Instrucción Operativa N° 14-06.

3°- Dará la orden a los Operadores de los otros MOI para que normalicen los disparos de los relés de sobre frecuencia de las unidades de acuerdo a la Instrucción Operativa N° 14-06.

4°- Cuando todos los relés de sobre frecuencia estén normalizados de acuerdo a la IO N° 14-06, dará la Orden al Operador de MOI 2 para que realice la maniobra de sincronización de barras en sala de Relés N° 1

Tareas que realiza el operador de MOI Nº 2

Verifica que las unidades generadoras a su cargo estén disponibles y en control a distancia para luego dirigirse a sr1 donde procederá a resetear * las protecciones actuadas dejando disponible las líneas para la energización y de no estarlo, transfiere el control de las mismas al modo remoto.

Cuando reciba la orden de realizar la maniobra de paralelo de barras.

Previo a la realización de esta maniobra deben estar normalizados los disparos de todos los relés de sobre frecuencia según la IO N° 14-06.

1º - Tomará el control, de la línea elegida, selectando la operación de la misma en modo local.
2º - Conectara el brazo de sincronización en el toma correspondiente al interruptor que se desea operar (el brazo de sincronización ya debería estar en el lugar).
3º - Observando el sincronoscopio solicitara al Operador de SCC las correcciones de tensión y/o frecuencia necesarias para lograr el sincronismo de ambos sistemas.

4º - Cuando ambos sistemas estén en sincronismo pulsara el predispositor del interruptor que corresponda, produciéndose el paralelo de barras y a su vez el paralelo de ambos sub. sistemas, formando desde ese momento un único sub. sistema el NEA.
5º - Cuando se lo soliciten procederá al cierre del segundo interruptor de la línea que esta por simple barra.

Como las barras ya están en paralelo el cierre de este segundo interruptor es directo (no requiere del brazo de sincronización.)

Esta ultima maniobra podría ser realizado desde la SCC si la operación de dicha línea esta selectada en modo remoto.

* - antes de proceder a resetear las protecciones actuadas, debe tomar nota de las mismas.

Tareas que realiza el operador de SCC

1º - Concretado el paralelo de barras queda conformado el nea, por lo tanto la regulación de frecuencia debe realizarse con una única unidad generadora (hay que cambiar el modo de operación del regulador de velocidad de una de las dos unidades que estaban en modo red aislada, al modo potencia).
2º - El control de tensión es único.
3º - Posterior al paralelo de barras en esta central, el COT solicitará la energización de la línea LA3.
El cierre de ambos interruptores de LA3 es directo (si ya existe el paralelo de barras) se lo realizara por medio del SCADA desde la SCC.

Estado alcanzado

El NEA esta conformado, pero no esta interconectado con el resto del SADI.

LA1, LA2 y LA3 están en servicio

Se regula frecuencia

Los relés de protección por sobre frecuencia están según la IO Nº 14-06

Coordina el COT

Interconexión del NEA con el SADI

En algún momento posterior a este estado alcanzado se realizara la sincronización del NEA con el SADI.

Yacyretá a solicitud del COT ajustará tensión y frecuencia de forma tal que se logre el sincronismo de ambos sistemas.

Producida la interconexión con el SADI, se debe cambiar el modo de operación del regulador de velocidad de la unidad que se encontraba regulando frecuencia, llevándolo al modo control de potencia.
Estado alcanzado

El NEA, es parte del SADI.

El COT, deja de ser el que coordina las maniobras de normalización.

El COC (CAMMESA) reasume la coordinación de la operación.

Energización del auto trafo

Esta maniobra se realizara después que el nea este interconectado con el SADI.

La energización del auto trafo se puede realizar hasta con un solo generador conectado a la barra.

El auto trafo nº 2 se energizara con la barra nº 1 mediante el cierre del interruptor A13LP2Q15.

Esta maniobra la realizara el Operador de MOI Nº 3 ò el Operador de SCC.

Interconexión con ANDE

Esta maniobra se coordinara con el COC y con la ANDE.

Tareas que realiza el operador de SCC

Comunica a la ANDE que Yacyretá esta en condiciones de realizar la interconexión con el sistema sur.

Cuando la ANDE solicite la interconexión de ambos sistemas, ya sea con línea LP2 con tensión ò línea LP2 sin tensión, dará la orden al Operador de MOI Nº 3, para que realice la maniobra que corresponda a la situación que en esa ocasión se plantee.

Si la maniobra a realizar por el operador del MOI Nº 3 es un paralelo de sistemas, a solicitud de este, modificara la tensión (lado de 220 kV) y/o la frecuencia para lograr el sincronismo.

Tareas que realiza el Operador de MOI 3

Cuando recibe la orden de interconectar ambos sistemas se le indicara si la línea esta con tensión o sin tensión.

a - **Línea LP2 con tensión**

1° - En SR2 transfiere a control local la operación de la línea, mediante la llave que a esos efectos esta ubicada en el tablero de la LP2.
2° - Conecta el brazo de sincronización en el toma correspondiente al Q15, Q35 de W1 (el auto transformador ya esta energizado).
3° - Observando el sincronoscopio, solicitara a la SCC los ajustes de tensión y/o frecuencia necesarios para lograr el sincronismo de ambos sistemas.

4° - Cuando ambos sistemas estén en sincronismo, ubicara el predispositor del interruptor que desea operar en la posición cerrado y lo pulsara para lograr el cierre del mismo, produciéndose de esta manera el paralelo de ambos sistemas.
5° - Desconecta el brazo de sincronización

Con esta última acción finaliza la maniobra de interconexión, el operador queda a órdenes de la SCC.

b - **Línea LP2 sin tensión**

Cuando recibe le orden.

1° - En SR2 transfiere a control local la operación de la línea, mediante la llave que a esos efectos esta ubicada en el frente del tablero de la LP2.
2° - Verifica que la tensión del lado baja, este en aproximadamente 220 kV de lo contrario solicitara al Operador de SCC que realice la corrección necesaria para lograrla.
3° - Procede a dar un pulso de cierre al predispositor del interruptor Q35, produciéndose con el cierre de este, la energización de la LP2.

Con esta última acción finaliza la maniobra de energización de LP2, el operador queda a órdenes del SCC.

Para la toma de carga hay que prever que haya reserva rotante disponible suficiente para absorber los escalones de carga que se transferirán a esta central. Esto último es de suma importancia para el caso en que estemos abasteciendo únicamente al nea y que por ser este un sistema chico las cargas que se transfieran desde el sistema sur si no están previstas podrían poner en peligro la estabilidad del mismo.